

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

Dorotea Sabljak Štibohar

Utjecaj roka sjetve i poboljšivača rasta na morfologiju presadnica paprike

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET
Hortikultura – Povrćarstvo

Dorotea Sabljak Štibohar

**Utjecaj roka sjetve i poboljšivača rasta na
morfologiju presadnica paprike**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: doc. dr. sc. Božidar Benko

Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____ s ocjenom

_____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Božidar Benko _____

2. Izv. prof. dr. sc. Nina Toth _____

3. Izv. prof. dr. sc. Ivanka Žutić _____

Zahvala:

Zahvaljujem svojem mentoru doc. dr. sc. Božidaru Benku koji mi je svojim stručnim vodstvom omogućio izradu ovog rada. Zahvaljujem mu na susretljivosti i strpljenju prilikom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem svim djelatnicima pokušališta Zavoda za povrćarstvo koji su mi pomogli oko praktičnog dijela izrade diplomskog rada.

Hvala svim kolegama, naročito Wendy koja je uvijek bila uz mene kao kolegica, ali i prava i iskrena prijateljica.

Na kraju, ali najvažnije, zahvaljujem svojim roditeljima na velikoj podršci, razumijevanju i bodrenju koje su mi pružili tijekom studiranja.

SAŽETAK

Uzgoj presadnica paprike u zimsko-proljetnom periodu traje relativno dugo (od 70 do 90 dana), što uzrokuje visoke troškove grijanja. Odabirom odgovarajućeg roka sjetve te primjenom poboljšivača rasta moguće je skratiti period uzgoja. Cilj ovog rada je bio utvrditi utjecaj roka sjetve i odabranih poboljšivača rasta na dinamiku rasta i morfološka svojstva presadnica paprike. Istraživanje je provedeno u grijanom zaštićenom prostoru Zavoda za povrćarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Sjeme paprike sorte “Kalifornijsko čudo” posijano je u polistirenske kontejnere sa 104 lončića u četiri roka sjetve (26. veljače te 9., 19. i 30. ožujka). Odmah nakon pikiranja te još dva puta u razmaku od 7 dana presadnice su folijarno tretirane poboljšivačima rasta Bio-Plantella super F i Ekorast, u preporučenoj koncentraciji. Prilikom svakog tretiranja obavljena su morfometrijska opažanja visine presadnice i broja listova. Po završetku uzgoja presadnica utvrđena je masa podzemnog i nadzemnog dijela biljke te sadržaj suhe tvari u stabljici, listu i korijenu. Učinak primijenjenih biostimulatora je varirao ovisno o roku sjetve i promatranom svojstvu. U pojedinim slučajevima je pozitivan učinak izostao tako da su najveće vrijednosti utvrđene kod netretiranih presadnica, ili nisu utvrđene značajne razlike između tretmana i kontrole. Osim biostimulatora, na rast i razvoj presadnica utječu i mikroklimatski uvjeti zaštićenog prostora, što se očituje u trajanju proizvodnog ciklusa. Uzgoj presadnica je trajao od 49 dana za rok sjetve 30. ožujka do 61 dan za rok sjetve 26. veljače. Obzirom na trajanje uzgoja presadnica i pozitivno djelovanje biostimulatora, može se preporučiti rok sjetve 26. veljače, uz 3 tretiranja presadnica biostimulatorom Ekorast tijekom perioda od pikiranja do sadnje, u koncentraciji 0,15 %.

Ključne riječi: *Capsicum annuum* L., uzgoj presadnica, biostimulator, Bio-Plantella super F, Ekorast, morfološka svojstva

The effect of sowing date and biostimulants on the morphology of pepper seedlings

ABSTRACT

Growing pepper seedlings in the winter-spring period takes quite a lot (70-90 days), causing high costs of heating. By selecting the appropriate date of sowing and applying a growth improver the period of breeding can be shortened. The goal of this study was to determine both the effect of the sowing date and the effect of selected growth improvers on growth and morphological characteristics of pepper seedlings. The study was conducted in a heated greenhouse of the Vegetable Crops Department at the Faculty of Agriculture, University of Zagreb. The seeds of a pepper sort called "California wonder" were sown in polystyrene containers with 104 pots on four sowing dates (February 26th and March 9th, 19th, and 30th). Immediately after pricking and twice more in between of seven days seedlings were treated with foliar growth enhancers Bio-Plantella super F and Ekorast, in a recommended concentration. During each treatment, morphometric observations regarding the seedlings' height and number of leaves were performed. After completion of the cultivation of seedlings, the mass of underground and above-ground part of the plant as well as the content of dry matter in the stem, leaf and root were determined. The effect of applied bio-stimulant varied depending on the planting date and the observed characteristics. In some cases the positive effect was absent, so the maximum values were therefore determined in untreated seedlings or, on the other hand, it showed to be no significant difference regarding the treatment and control. Besides bio-stimulant, the growth and the development of seedlings is affected by the microclimate conditions of the greenhouse, which becomes noticeable in the duration of the production cycle. Growing of the seedlings lasted for 49 days for the sowing date of March 30th and, in comparison, 61 days for the sowing date of 26 February. In accordance to the time needed for growing seedlings and the positive affect of biostimulants, the sowing date of February 26th can be recommended, combined with three treatments of a biostimulator Ekorast (at a concentration of 0,15 %) over a period from pricking to planting.

Keywords: *Capsicum annuum* L., growing seedlings, biostimulator, Bio-Plantella super F, Ekorast, morphological characteristics

SADRŽAJ

1. UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Morfološka svojstva.....	2
2.2. Biološka svojstva	6
2.3. Tehnologija uzgoja presadnica	7
2.4. Biostimulatori (poboljšivači rasta)	8
2.4.1. Mikrobnii inokulanti	8
2.4.2. Humusne tvari.....	9
2.4.3. Proteinski hidrolizati i aminokiseline	10
2.4.4. Ekstrakti morskih algi	12
3. MATERIJALI I METODE	13
3.1. Sorta paprika “Kalifornijsko čudo”	13
3.2. Primijenjeni biostimulatori	13
3.2.1. Bio-Plantella super F	13
3.2.2. Ekorast	14
3.3. Postavljanje i provedba pokusa	14
3.4. Statistička obrada podataka	15
3.5. Mikroklimatski uvjeti zaštićenog prostora	15
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	17
4.1. Visina biljaka i broj listova.....	17
4.2. Masa nadzemnog dijela biljke	20
4.3. Masa podzemnog dijela biljke	20
4.4. Udio suhe tvari u stabljici	22
4.5. Udio suhe tvari u listu.....	22
4.6. Udio suhe tvari u korijenu	23
5. ZAKLJUČAK.....	25
6. LITERATURA	26

1. UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA

Paprika je povrtna kultura koja se uzgaja zbog plodova koji se koriste u tehnološkoj i fiziološkoj zrelosti. Uzgoj paprike je rasprostranjen kako u svijetu, tako i kod nas. Može se uzgajati u niskim i visokim tunelima te u negrijanim i grijanim zaštićenim prostorima kao i na otvorenom. Zbog svojih visokih zahtjeva za toplinom, potreban je dobar sustav reguliranja klime u zaštićenim prostorima za vrijeme uzgoja. Za uzgoj paprike u zaštićenim prostorima prednost ima mediteransko područje, zbog više sunčanih dana u jesen, zimi i u rano proljeće te blage klime.

Uzgoj presadnica paprike u zimsko-proljetnom period traje relativno dugo (od 70 do 90 dana), što uzrokuje visoke troškove grijanja, odnosno, proizvodnje. Odabirom odgovarajućeg roka sjetve te primjenom poboljšivača rasta moguće je skratiti period uzgoja, odnosno, smanjiti troškove proizvodnje.

Zbog brojnih pozitivnih učinaka na rast i razvoj biljaka, danas se u poljoprivredi koriste razni biostimulatori rasta. Biostimulatori su preparati koji sadrže tvari i/ili organizme čija je uloga poticanje prirodnih procesa u biljci radi poboljšanja usvajanja hranjivih tvari i tolerancije na abiotski stres te povećanja kvalitete usjeva. Prednosti korištenja biostimulatora u poljoprivredi su poboljšani rast i razvoj biljaka, smanjena osjetljivost na bolesti i štetnike, smanjena upotreba fungicida, povećani razvoj korijena, bezopasnost za ljude, životinje i okoliš te učinkovitost i ekonomičnost korištenja (Calvo i sur., 2014).

Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj roka sjetve i odabranih poboljšivača rasta na dinamiku rasta i morfološka svojstva presadnica paprike (broj listova, visina biljke, masa podzemnog i nadzemnog dijela) kao i na udio suhe tvari u stabljici, korijenu i listovima presadnice u usporedbi s netretiranim presadnicama paprike.

2. PREGLED LITERATURE

Paprika potječe iz tropske Amerike, točnije, smatra se da je centar podrijetla Meksiko i Gvatemala, odakle se proširila po cijeloj Južnoj Americi do Argentine i Čilea (Lešić i sur., 2004). Prije otkrića Amerike paprika nije bila poznata u Europi i ostalom svijetu. Kolumbo je donosi u Europu sa svog prvog putovanja, te se od početka 16. stoljeća paprika brzo širi po južnoj Europi i postaje popularan začín (Lešić i sur., 2004). Kada su je Europljani upoznali, paprika je dostigla već visok stupanj kultivacije, što se vidi po tome da i najstariji zapisi iz 17. stoljeća spominju gotovo sve danas poznate tipove (Lešić i sur., 2004).

U Hrvatsku je paprika donesena početkom 17. stoljeća od strane Španjolaca u Dalmaciju, dok je u kontinentalne predjele donesena iz Mađarske (Matotan, 2004).

2.1. Morfološka svojstva

Paprika se kod nas uzgaja kao jednogodišnja kultura. Cilj uzgoja su plodovi koji se beru kada dostignu veličinu, oblik i boju karakterističnu za uzgajanu sortu. Vrijeme berbe je u tehnološkoj ili fiziološkoj zrelosti, ovisno o daljnjoj uporabi ploda. Kod nekih se sorata fiziološka i tehnološka zrelost preklapaju (Petelinc, 2006).

Korijen paprike je vretenast i vrlo brzo započinje grananje. Prodire do 60 cm dubine, ali glavnina je korijena u gornjih 30 cm tla, a širi se u promjeru do 60 cm (Lešić i sur., 2004). Ipak, paprika ima slabo razvijen korijen, što je uzrok slabije mogućnosti korištenja hraniva i vode iz tla. Za njen uzgoj pogoduju dobro strukturirana i vlažna tla, dok je osjetljivija za vrijeme suše. Rast korjenovog sustava poželjno je pospješiti pravilnom gnojidbom (Dolinar, 2008).

Stabljika je zeljasta, a kasnije na bazi odrveni. Glavna i postrane grane na presjeku su okrugle, peterokutne ili šesterokutne i glatke, zelene ili zelene s ljubičastim prugama. Naraste od 40 do 100 cm (Lešić i sur., 2004). Stabljika je obično glatka ili prekrivena finim dlačicama (Petelinc, 2006).

Listovi su veliki, jednostavni, na duljoj ili kraćoj peteljci na glavnoj stabljici spiralno raspoređeni. Zelene su boje i ovalno-eliptičnog oblika. Postoji korelacija između boje i veličine lišća sa plodovima. Biljke s velikim listovima davat će velike plodove. Ako su listovi žuto-zeleni,

plodovi će u tehnološkoj zrelosti biti mliječno bijele, žute ili žuto-zelene boje. Biljke sa tamnozelenim listovima daju plodove tamnozelene boje (Petelinc, 2006).

Cvjetovi (slika 1) su bijele ili svijetlo zelene boje i nalaze se u pazušcu listova. Veličine su od 1 do 3 cm. Veličina cvijeta je u korelaciji sa veličinom lista, kao i sa veličinom ploda. Razvoj cvijeta traje 8 do 12 dana (Kočevlar, 2008). Cvjetovi su sastavljeni od 5 do 6 latica i jednakog broja prašnika (Dolinar, 2008). Plodnica je dvogradna, trogradna, četverogradna, rjeđe višegradna. Tučak može biti jednake dužine kao i prašnici, ali i duži i kraći. O tome ovisi stupanj samooplodnje (Lešić i sur., 2004).



Slika 1. Cvijet paprike (Izvor: <http://www.gnojdba.info>)

Plod je šuplja boba različitog oblika, veličine i boje (slika 2). Sastoji se od perikarpa, placente i sjemena. Perikarp se sastoji od egzokarpa, mezokarpa i endokarpa (Petelinc, 2006). Kod slatkih sorti paprika udio perikarpa je od 62 do 89%, placente od 8 do 13% i sjemena od 4 do 27%. Kod ljutih sorti paprike udio perikarpa je 60 do 84%, placente 5 do 9% i sjemena 9 do 33% (Jeglić, 2010). Oblik ploda može biti okruglo-spljošten, okrugao, zvonolik, s jednim do četiri vrha, stožast ili oblika roga. U tehnološkoj zriobi boja ploda varira od svijetlozelene do tamnozelene, žute, svijetložute, mliječne ili ljubičaste. U fiziološkoj zrelosti boja ploda je tamnijih nijansi. Veličina ploda može biti: vrlo krupna > 150 g, krupna 70 do 150 g, srednja 40 do 70 g i sitna < 10 g. Položaj ploda na stabljici može biti viseći ili stršeći (Lešić i sur., 2004). Okus plodova se razlikuje između sorti paprike, ali ovisi i o stupnju zrelosti ploda. Neke sorte su slatke, dok neke imaju izrazito ljuti okus. Takav okus im daje alkaloid kapsaicin koji nastaje u uzdužnom dijelu placente (Dolinar, 2008).

Paprika je raznolika po obliku, veličini, boji i okusu plodova. Prema Matotanu (2004) razlikuje se šest tipova kultivara paprike: krupnoplodni (*Capsicum annuum* var. *macrocarpum*) – “zvonolika”, “rotund”, “kapija”, “roga”, začinska i sitnoplodni (*Capsicum annuum* var. *microcarpum*).

Od krupnoplodnih kultivara najzastupljeniji su “zvonolikog ploda”, prizmatičnih plodova, sa 3 ili 4 vrha. Omjer promjera i duljine ploda im je 1:1 do 1:2,5, te stožastih plodova sa jednim zaobljenim ili oštrim vrhom. Perikarp im je debeo 5 do 7 mm, mliječno-bijele, svijetložute, svijetlozelene ili tamnozelene boje u tehnološkoj zrelosti, a svijetlocrvene ili tamnocrvene, narančasto-žute ili ljubičaste boje u fiziološkoj zrelosti. Masa ploda tih kultivara može biti od 50 do 150 g (Lešić i sur., 2004).

Kultivari “kapije” su isto debelog perikarpa, spljošteno-stožastog oblika, sa zašiljenim vrhom, mase ploda 60 do 100 g, a odnos promjera i duljine ploda jest 1:2 do 2,5. Plodovi su tamnozelene boje u tehnološkoj zrelosti, a tamnocrvene u fiziološkoj zrelosti (Lešić i sur., 2004).

Kultivare okruglih i okruglo-spljoštenih glatkih ili malo rebrastih plodova nazivamo “rotund”. Perikarp im je debljine 5 do 7 mm. Plodovi mliječno-bijele i svijetložute boje koriste se u tehnološkoj zriobi, a plodovi tamnozelene boje u tehnološkoj zriobi koriste se samo kada su crvene boje u fiziološkoj zrelosti. Njihov omjer promjera i duljine ploda je 1:1 do 1:0,5, a masa ploda je od 30 do 120 g (Lešić i sur., 2004).

Kultivar “rog” nazvan tako zbog svog specifičnog oblika ima omjer promjera i duljine ploda 1:5-8. Površina perikarpa može biti glatka ili malo naborana. Perikarp je debeo 3 do 5 mm, a plod je mase 30 do 80 g. U tehnološkoj zrelosti su žute ili svijetlozelene boje, a u fiziološkoj zrelosti u crvene boje (Lešić i sur., 2004).

Kultivari “začinske” paprike su stožastog oblika. Omjer promjera i duljine ploda je 1:2-3. U tehnološkoj zriobi su tamnozeleni, a u fiziološkoj tamnocrveni. Perikarp im je debeo 2-3 mm. Veći ih je broj bez kapsaicina-slatki, a manji s većom ili manjom količinom kapsaicina-ljuti (Lešić i sur., 2004).

Sitnoplodni kultivari se nazivaju feferoni. Najpopularniji su stožastog oblika, omjer promjera i duljine ploda je 1:5-9, a masa ploda 3 do 10 g. U tehnološkoj zriobi su svijetlozeleni ili tamnozeleni, a u fiziološkoj žuti ili crveni. Kultivari sa više kapsaicina su ljuti, a oni sa manje su slatki (Lešić i sur., 2004).



Slika 2. Raznolikost plodova paprika (Izvor: <http://pinova.hr>)

Sjeme je bubrežastog oblika, 3 do 6 mm promjera i 0,5 do 1 mm debljine (slika 3). Plosnatog je oblika, glatko, blijedožute boje. U jednom plodu može biti 70 do 600 sjemenki, a masa jednog grama sadrži oko 160 sjemenki (Lešić i sur., 2004).



Slika 3. Sjeme paprike (Izvor: <http://www.agroklub.com>)

2.2. Biološka svojstva

Paprika zahtijeva relativno visoke temperature zraka za rast i razvoj. Optimalna temperatura zraka za klijanje je između 21 i 25 °C, minimalna 15 °C, a maksimalna 30 °C. Za daljnji rast je optimalna temperatura 15 do 18 °C tijekom noći i 22 do 28 °C danju. Minimalna temperatura za daljnji rast je 10 do 12 °C, a maksimalna 30 °C. Dulje razdoblje niskih temperature loše utječe na razvoj korjenovog sustava što predstavlja stres za biljku. Previsoke temperature zraka također loše utječu na razvoj biljke, pogotovo na to treba obratiti pažnju u zaštićenim prostorima kontroliranjem temperature zraka (Osvald i Kogoj-Osvald, 1999).

Minimalna temperatura tla za klijanje je od 13 do 15 °C, a optimalna od 25 do 28 °C. Pri optimalnim temperaturama sjeme nikne za 7 do 8 dana. Nakon klijanja biljka tolerira znatno hladnija tla (do 2°C), ali pri toj temperature dolazi do oštećenja korijena koje uzrokuje zaostajanje u rastu biljke (Jeglić, 2010).

Prekrivanje tla crnim malčem povećava prinos za 75 do 100 % u odnosu na tlo koje nije prekriveno malčem (Jeglić, 2010). Prevelika temperaturna razlika između tla i zraka nepovoljno utječe na razvoj biljke. Posebno je nepovoljna niska temperatura tla prilikom sadnje. U tom periodu temperatura tla ne bi smjela biti niža za više od 3-4 °C u odnosu na temperaturu zraka (Jeglić, 2010).

Za razvoj paprike najpovoljnija temperatura je 29 °C za sunčanog vremena, 22 °C za oblačnog vremena i po noći 15 do 18 °C. Broj razvijenih listova do pojave prvog cvijeta i broj cvjetova ovise o temperaturi. Pri temperaturi od 16 do 20 °C se povećava broj cvjetova, a smanjuje broj listova, dok je pri temperaturi od 22 do 26 °C obratno. Za normalnu cvatnju je potrebna temperatura od 25 do 28 °C. Najpovoljnija temperatura za oprašivanje cvjetova je između 20 i 26 °C. Optimalna temperatura za rast plodova je od 20 do 25 °C (Vidic, 1999).

Potrebna suma srednjih dnevnih temperatura za uspješan uzgoj paprike ovisi o intenzitetu svjetla i duljini dana. Pri dobrom intenzitetu svjetla većem od 10000 luksa i duljini dana većoj od 12 sati, suma srednjih dnevnih temperature jest oko 3000 °C (Lešić i sur., 2004).

Paprika za rast i razvoj zahtijeva mnogo vode, a zbog relativno slabo razvijenog korjenovog sustava koristi je iz površinskog sloja tla. Optimalni uvjeti razvoja paprike su zasićenost tla vodom od 60 do 80 % poljskog vodnog kapaciteta i relativna vlaga zraka od 60 do 70 %. Pri niskoj vlazi zraka i visokim temperaturama, dolazi do opadanja cvjetova i pupova, a plodovi su

sitni i deformirani. Budući da je transpiracijski koeficijent paprike visok (320 do 330 mm), intenzivni uzgoj je nemoguć bez navodnjavanja. Za razvoj paprike od sadnje do berbe potrebno je najmanje 500 do 600 mm oborina (Jeglič, 2010). Najveći prinosi se postižu ako se vlažnost tla održava na 80 do 85 % poljskog vodnog kapaciteta tla (Vidic, 1999).

Za uzgoj paprike je povoljno strukturno i lakše tlo, dobrog kapaciteta za vodu i zrak. Paprika ne podnosi stagniranje vode tako da je dobra propusnost za vodu bitna. Dobra opskrbljenost hranivima s više od 3 % humusa uz neutralnu ili blago kiselu reakciju imaju prednost pri uzgoju paprike. Paprika je osjetljivija na alkalnu nego na kiselu reakciju (Lešić i sur., 2004). Optimalna pH-vrijednost tla za uzgoj paprika je između 6 i 7 (Petelinc, 2006).

2.3. Tehnologija uzgoja presadnica

Budući da je paprika toplinski zahtjevna kultura, njen uzgoj najčešće započinje uzgojem presadnica u zaštićenim prostorima. Najkvalitetnije presadnice su one uzgojene s grudom supstrata u zaštićenim prostorima uz održavanje temperature bliske optimalnima, 20 do 25 °C danju i 15 do 18 °C noću, i relativne vlage zraka oko 70 % (Lešić i sur., 2004).

Sjetva se obavlja u kontejnere 40 do 60 dana prije sadnje presadnica (Petelinc, 2006). Sjeme se sije u lončiće veličine 25 do 35 cm³. Veličina lončića ovisi o daljem uzgoju paprike. Presadnice koje se kasnije sade na otvoreno se uzgajaju u manjim lončićima, dok se presadnice za daljnji uzgoj u zaštićenim prostorima siju u veće lončiće (Vidic, 1999). U zimskim uvjetima za proizvodnju presadnica je potrebno do 12 tjedana, dok je u proljetnim uvjetima potrebno do 8 tjedana. Za dobro ukorjenjivanje je važna temperatura supstrata (22 do 24 °C). Zbog toga je preporučen uzgoj presadnica na stolovima (Lešić i sur., 2004). Prema Osvald i Kogoj-Osvald (1999) idealne presadnice za sadnju na otvoreno ili u zaštićene prostore su one sa razvijenih 6 do 8 listova.

Vrlo važni čimbenici za uzgoj presadnica paprike su temperatura, vlaga i strujanje zraka u zaštićenom prostoru te količina svjetla. Kontroliranjem tih čimbenika se mogu djelomično spriječiti gljivične i bakterijske infekcije, kao i prenapli rast presadnica (Vidic, 1999). Dopunsko osvjetljenje u zimskim uvjetima od 16 sati može skratiti vrijeme proizvodnje. Pri dodavanju CO₂ se ne smije premašiti 0,1 volumnih postotaka jer je paprika vrlo osjetljiva na eventualne prateće sastojke u plinu (Lešić i sur., 2004).

Prije sadnje na otvorenom presadnice treba prilagoditi vanjskim uvjetima. U zaštićenim prostorima se otvaraju sve ventilacije, a po mogućnosti se podižu krovne konstrukcije. Ukoliko to nije moguće, kontejneri se iznose van na nekoliko sati dnevno čime se izbjegavaju eventualne “sunčane opekotine” koje mogu nastati nakon presađivanja (Lešić i sur., 2004).

2.4. Biostimulatori (poboljšivači rasta)

Biljni biostimulatori su razne tvari prirodnog podrijetla i mikroorganizmi koji se koriste u poljoprivredi za poboljšanje rasta biljaka. Djeluju na način da potiču prirodne procese u biljci koji pospješuju unos hranjivih tvari, učinkovitost hranjiva, toleranciju na abiotski stres i poboljšavaju kvalitetu usjeva. Biostimulatori nemaju direktan utjecaj na biljne štetočinke, tako da se ne ubrajaju u pesticide. Biljke tretirane biostimulatorima nisu manje napadnute štetočinjama od netretiranih biljaka, već je utjecaj štetočinja na tretirane biljke manji zbog boljeg usvajanja hranjiva, translokacije hranjiva i njihove uporabe, te bržeg oporavka od oštećenja uzrokovanih eventualnim abiotskim stresovima (Calvo i sur., 2014).

Prema Calvo i sur. (2014) biostimulatori korišteni u poljoprivredi se dijele na:

- mikrobne inokulante,
- humusne kiseline,
- fulvinske kiseline,
- proteinske hidrolizate i aminokiseline,
- ekstrakte morskih trava.

2.4.1. Mikrobni inokulanti

Mikrobni inokulanti su tvari biljnog podrijetla koji sadrže žive mikroorganizme koji, kada se primjenjuju na sjeme, biljnu površinu ili u tlo, poboljšavaju rast biljke kroz nekoliko mehanizama: povećava se opskrba hranjivim tvarima, povećava se biomasa korijena i područje rizosfere kao i kapacitet unosa hranjivih tvari u biljku (Vessey, 2003).

Mikrobni inokulanti uglavnom uključuju žive bakterije, gljivice i mikorizne gljive koje su izolirane iz raznih okruženja, uključujući tlo, biljke, biljne ostatke, vodu i kompostna gnojiva (Berg, 2009). Potiču rast biljke i asimilaciju hranjivih tvari na način da pospješuju fiksaciju

dušika, potpomažu otapanje hranivih tvari i stvaranje hlapivih organskih spojeva koje biljka lakše usvaja (Calvo i sur., 2014). Neki mikroorganizmi povećavaju dostupnost hraniva na način da ih čine “jače topljivima” čime se pospješuje translokacija hraniva u tlu i njihova olakšana asimilacija od strane biljaka. S obzirom na tešku pokretljivost fosfora u tlu, često dolazi do njegovog nedostatka u zoni korijena. Čak kada se i dodaje u tlo putem gnojiva, teško je dostupan za biljke zbog lakog vezivanja za čestice tla (Gyaneshwar i sur, 2002). Otkrivena je učinkovitost nekih rodova bakterija koji pospješuju topljivost fosfora u tlu: *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Burkholderia* spp., *Streptomyces* spp., *Achromobacter* spp., *Micrococcus* spp., *Flavobacterium* spp., *Erwinia* spp. i *Azospirillum* spp.. Bakterije proizvode organske kiseline koje pojačavaju topljivost fosfora u tlu i time ga čine lakše dostupnim biljkama (Calvo i sur., 2014). Na sličan način bakterije pospješuju usvajanje i ostalih biljci potrebnih hraniva poput kalija, cinka, bakra, mangana, kalcija, magnezija i sumpora.

Mikrobni inokulanti također mogu utjecati na povećanje i/ili smanjenje proizvodnje biljnih hormona kao i na otpornost biljke na visoku zaslanjenost tla i sušu (Calvo i sur., 2014).

2.4.2. Humusne tvari

Humusne tvari su tvari koje nastaju fizičkom, kemijskom i biološkom humifikacijom biomolekula. Približno 80 % ukupnog sadržaja ugljika i 60 % ugljika otopljenog u vodi je sastavni dio humusne tvari. Humusne tvari imaju važnu ulogu u održavanju plodnosti tla, te samim time utječu na proizvodnju i uzgoj biljaka. Prema Peña-Méndez i sur. (2005) humusne tvari se dijele u tri skupine:

- humusna kiselina,
- fulvinska kiselina,
- humini.

Humusne i fulvinske kiseline predstavljaju humusne tvari topljive u lužinama, dok su humini netopive humusne tvari. Kemijska struktura humusnih tvari je vrlo kompleksna i ovisi o njihovom izvoru. Glavni elementi koji sačinjavaju humusnu i fulvinsku kiselinu, bez obzira na podrijetlo, su ugljik, vodik, kisik, dušik i sumpor. Fulvinska kiselina sadržava više funkcionalnih skupina kiselina, posebice –COOH. Ukupna kiselost fulvinske kiseline (900-1400 mmol/100 g) je mnogo veća od ukupne kiselosti humusne kiseline (400-870 mmol/100 g) (Peña-Méndez i sur.,

2005). U odnosu na humusnu kiselinu, fulvinska kiselina omogućuje lakši prijenos hraniva kroz membrane korijena biljke i dulje ostaje u zaslanjenim tlima, te podnosi širi raspon pH tla (Calvo i sur., 2014).

Zbog svoje molekularne strukture, humusne tvari pružaju brojne pogodnosti kod uzgoja biljaka. Smatra se da humusne tvari igraju ključnu ulogu u odnosu tla i biljke na način da omogućuju prijenos hranjivih tvari, izmjenu ugljika i kisika između biljke i tla, pospješuju zadržavanje vode sprječavajući evaporaciju vode iz tla, te potiču razvoj mikroflorne populacije u tlu (Piccolo i Spiteller, 2003).

Danas se u poljoprivredi upotrebljavaju razni derivati humusne kiseline kao i humusne tvari općenito. Koriste se za poboljšanje rasta biljaka i otpornosti na abiotički stres, odnosno, povećanje prinosa uzgajanih kultura. Provedena su istraživanja u kojima je dokazan pozitivan učinak humusne kiseline na prinos i kvalitetu usjeva u zaštićenim prostorima i na otvorenom. Prema Befrozfar i sur. (2013) prinos krastavaca je povećan uz folijarno korištenje humusne kiseline, dok je kod bosiljka povećan prinos ulja po hektaru uz korištenje humusne kiseline fertirigacijom. Prema Karakurt i sur. (2009), aplikacijom humusne kiseline kod organski uzgojene paprike povećan je ukupni prinos, rani prinos, prosječna težina plodova, količina topljivih šećera, reducirajući šećeri i sadržaj klorofila b. Upotrebom fulvinske kiseline u uzgoju krastavaca povećan je broj cvjetova po biljci (Rauthan i Schnitzer, 1981), kao i prinos kukuruza u uvjetima suše (Anjum i sur., 2011).

2.4.3. Proteinski hidrolizati i aminokiseline

Zabilježeno je poticanje rasta biljaka i povećanje tolerancije na biotičke i abiotičke stresove primjenom raznih proizvoda na bazi proteina. Prema Watson i Fowden (1975) korijenje bilja može usvajati aminokiseline, a mogu biti usvojene i folijarno (Stiegler i sur., 2013).

Proizvodi na bazi proteina mogu biti podijeljeni u dvije velike skupine: proteinski hidrolizati sastavljeni od smjese peptida i aminokiselina životinjskog ili biljnog podrijetla i pojedinačne aminokiseline kao što su glutamat, glutamin, prolin i glicin-betain.

Proteinski hidrolizati su tvari dobivene enzimatskom, kemijskom i toplinskom hidrolizom različitih biljnih i životinjskih ostataka, uključujući životinjski epitel, vezivna tkiva, kolagen

životinja, proteine klice rogača, ostataka lucerne, glikoproteina stanične stjenke duhana i proteina morskih algi (Calvo i sur., 2014). U komercijalnoj proizvodnji se nalaze mnogi proizvodi čiji su sastojci proteinski hidrolizati koji sadrže masti, ugljikohidrate, makro- i mikroelemente te fitohormone.

Druga kategorija proizvoda na bazi proteina su pojedinačne aminokiseline. To podrazumijeva dvadeset strukturnih aminokiselina uključenih u sintezu proteina, kao i neproteinske aminokiseline koje se nalaze u nekim biljnim vrstama (Vranova i sur., 2011). Postoje određeni dokazi da primjena brojnih strukturnih i neproteinskih aminokiselina u proizvodnji bilja, uključujući glutamat, histidin, prolin i glicin-betain pruža zaštitu od abiotskih stresova i poboljšano usvajanje hranjiva (Calvo i sur., 2014).

U Španjolskoj je 1969. godine sintetiziran prvi komercijalni proteinski hidrolizat (Siapton) čiji je glavni sastojak životinjsko epitelno tkivo (Maini, 2006). Siapton se folijarno koristi u Europi, na Bliskom i Dalekom Istoku, u Južnoj i Centralnoj Americi. Uočen je njegov pozitivan utjecaj na rast i prinos kod mnogih biljaka. Prema Parrado i sur. (2008) rajčica tretirana Siaptonom je razvila višu stabiljiku i veći broj cvjetova po biljci u odnosu na kontrolu, dok je rajčica uzgajana u stakleniku tretirana proteinima iz klice rogača imala veći broj plodova po biljci nakon 18 tjedana uzgoja. Primjena Siaptona kod uzgoja špinata i endivije nije pokazala nikakav utjecaj na njihov prinos (Kunicki i sur., 2010; Gajc-Wolska i sur., 2012), dok je kod uzgoja mrkve uočen porast sadržaja karotenoida i topivih šećera, a smanjen sadržaj nitrata (Grabowska i sur., 2012).

Kod hidroponski uzgojenog kukuruza gdje je primijenjen hidrolizat lucerne, zabilježen je povećan sadržaj prolina, flavonoida i šećera u listovima, uočen je povećan rast listova i smanjen sadržaj nitrata u biljci (Ertani i sur., 2013; Schiavon i sur. 2008).

Prema Ertani i sur. (2013) primjenom hidrolizata dobivenog iz kože životinjskih ostataka ubrzan je rast presadnica kukuruza, povećan sadržaj mikroelemenata u biljci, dok je smanjen sadržaj nitrata, fosfata i sulfata.

2.4.4. Ekstrakti morskih algi

Alge se u poljoprivredi koriste tisućljećima, bilo izravno ili nakon kompostiranja unašanjem u tlo radi povećanja plodnosti tla i veće produktivnosti usjeva (Calvo i sur., 2014). Početkom 50-ih godina prošlog stoljeća započinje komercijalna proizvodnja ekstrakata morskih algi i od tada su dostupni diljem svijeta za uporabu u poljoprivredi i vrtlarstvu (Milton, 1952).

Ekstrakti morskih algi poboljšavaju strukturu i prozračnost tla, iskoristivost mineralnih tvari od strane biljke i stimuliraju rast korijena (Milton, 1964). Ekstrakti algi djeluju kao biostimulansi na način da pospješuju klijavost sjemena i rast biljke, povećavaju prinos i potpomažu cvatnju, dozrijevanje plodova, povećavaju otpornost biljaka na abiotske i biotske stresove, te produljuju održivost ubranih plodova (Calvo i sur., 2014).

Ekstrakti algi korišteni u poljoprivredi su kompleksna smjesa sastojaka koji variraju s obzirom na izvor alge, sezonu prikupljanja i način ekstrakcije. Oni sadrže širok raspon organskih i mineralnih sastojaka uključujući jedinstvene i kompleksne polisaharide koji nisu prisutni kod kopnenih biljaka (laminarin, alginat) i biljne hormone (Calvo i sur., 2014).

Korištenje ekstrakata morskih algi utječe na rast korisnih mikroba koji se nalaze u tlu (Khan i sur, 2009). Prema Calvo i sur. (2014) oligosaharid alginat nastao ekstrakcijom iz smeđih algi, značajno utječe na rast hifa i stimulira arbuskularnu mikorizu gljiva i presadnica naranče.

Prema Crouch i van Staden (1992) folijarnom primjenom ekstrakta algi povećan je volumen korijena, duljina korijena i povećano je formiranje korjenovih dlačica kod rajčice. Kod salate je uočeno povećano usvajanje hranjiva u odnosu na kontrolu (Crouch i sur., 1990), kao i kod rajčice (Zodape i sur., 2011). Povećano je usvajanje i mikro- (Mg, Zn, Mn, Fe) i makroelemenata N, P, K, Ca). Prema Aldworth i van Staden (1987) aplikacija ekstrakata morskih algi smanjila je stres kod presađivanja presadnica nevena i kupusa. Isti učinak je uočen kod presadnica rajčice; presadnice su imale deblju stabljiku, bolje razvijen korjenov sustav i veći broj cvjetova. Te iste rajčice su kasnije dale 30 % veći prinos u odnosu na kontrolu (Crouch i van Staden, 1992). Prema van Staden i sur. (1994) nakon tretiranja presadnica nevena odmah nakon presađivanja ekstraktom algi uočen je veći broj cvjetova i sjemenki po cvijetu za 50 %.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Sorta paprike “Kalifornijsko čudo”

Kalifornijsko čudo je kasna sorta, zvonolikog oblika ploda. Plodovi su veliki i ujednačeni, prosječne mase do 250 grama i debljine perikarpa oko 5 mm. Plod je u tehnološkoj zrelosti tamnozelene, a u fiziološkoj zrelosti intenzivno crvene boje. Koristi se za potrošnju u svježem stanju, kao i za preradu (<http://sadikedruzovic.si>; Petelinc, 2006).



Slika 4. Plodovi paprike “Kalifornijsko čudo” (Izvor: <http://sadikedruzovic.si>)

3.2. Primijenjeni biostimulatori

3.2.1. *Bio-Plantella super F*

Bio-Plantella je visokokvalitetno prirodno sredstvo na osnovi sojinog lecitina. Jača i prihranjuje biljke, te ih na taj način za vrijeme njihove vegetacije održava vitalnima i otpornima na bolesti. Lecitin djeluje na dva načina. Biljke prihranjuje te stimulira njihov zdrav rast. Istovremeno povećava i deblja staničnu membranu biljke. Tako ojačana biljka je vitalna i otporna na vanjske utjecaje, a gljivice ne mogu prodirati u unutrašnjost i širiti infekciju. Primjerena je za jačanje biljaka koje nose plodove, na primjer krastavaca, rajčice i paprike, ali i ostalog povrća kao i ukrasnog bilja (<http://hr.unichem.si>).

3.2.2. Ekorast

Ekorast je mineralno ekološko gnojivo, koje je bogato mikro i makro hranivim elementima kojima se postiže visoki prinos te kvalitetni i zdravi plodovi bilja. Najzastupljeniji je element silicij (56%). Silicij povoljno utječe na rast korjenovog sustava, učvršćuje biljno tkivo, pomaže boljoj izgradnji stjenki biljnih stanica, utječe na bolji rast biljke jer osigurava dodatno stvaranje bjelancevina. Učvršćivanjem biljnog tkiva, biljke postaju otpornije na gljivice i bakterije, ali i na oštećenja uzrokovana nepovoljnim vremenskim prilikama (tuča, mraz, suša). Ako i dođe do manjih oštećenja, biljka se lakše oporavi zbog dobro razvijenog korjenovog sustava.

Folijarna primjena Ekorasta je puno ekonomičnija u odnosu na primjenu u tlo. Biljke nakon prskanja brže rastu, listovi su zdravi, sjajni i izrazito zeleni, cvatnja je bujnija, a plodovi su krupni i dobrog okusa. Ekorast za folijarnu primjenu ima veću prednost od NPK gnojiva, jer sadrži minerale koji potiču intenzivnu fotosintezu (<http://www.gbccroatia.org>).

3.3. Postavljanje i provedba pokusa

Presadnice paprike uzgojene su u grijanom plasteniku. Plastenik je pokriven dvostrukom polietilenskom folijom i opremljen bočnom ventilacijom. Sjeme sorte “Kalifornijsko čudo” posijano je u polistirenske kontejnere sa 104 lončića u 4 roka sjetve (26. veljače te 9., 19. i 30. ožujka). U uzgoju presadnica korišten je supstrat Klamann Potgrond H, pH-vrijednosti u rasponu od 5,5 do 6,5. U svakom roku sjetve sijano je po 40 sjemenki (tablica 1). Otprilike mjesec dana nakon sjetve, presadnice su pikirane u kontejnere sa 84 lončića. Od 40 posijanih sjemenki pikirano je 30 presadnica tako da je 10 presadnica tretirano Plantellom, a 10 Ekorastom. Preostalih 10 netretiranih presadnica je predstavljalo kontrolnu varijantu. Nakon pikiranja, presadnice su u tri navrata tretirane navedenim poboljšivačima rasta. Svakih 7 do 10 dana nakon tretiranja, izmjerena je visina presadnica i utvrđen broj listova po presadnici. Uzgoj presadnica je trajao od 49 dana za rok sjetve 30. ožujka do 61 dan za rok sjetve 26. veljače. Po završetku uzgoja, za 6 najrazvijenijih presadnica iz svakog tretmana utvrđena je masa podzemnog i nadzemnog dijela biljke. Sadržaj suhe tvari u biljnim dijelovima (korijen, stabljika, listovi) je utvrđen sušenjem u halogenom žaraču na 105 °C do konstantne mase. Biljni dijelovi su prije sušenja usitnjeni. Tijekom razdoblja uzgoja presadnica praćeni su glavni abiotički čimbenici u zaštićenom prostoru (temperatura i relativna vlaga zraka te količina svjetlosti).

Tablica 1. Datumi sjetve, tretiranja i mjerenja morfoloških karakteristika presadnica

Sjetva	Pikiranje	1.tretiranje	2.tretiranje	3.tretiranje	Mjerenje mase nadzemnog i podzemnog dijela	Mjerenje suhe tvari
26.02.	30.03.	30.03.	08.04.	17.04.	27.04.	27.04.
09.03.	08.04.	08.04.	17.04.	23.04.	04.05.	04.05.
19.03.	17.04.	17.04.	23.04.	30.04.	11.05.	11.05.
30.03.	23.04.	23.04.	30.04.	07.05.	18.05.	18.05.

3.4. Statistička obrada podataka

Za statističku obradu dobivenih rezultata monofaktorijskog pokusa korišten je statistički program MSTAT-C. Razlike između prosječnih vrijednosti promatranih svojstava analizirane su analizom varijance (ANOVA), a utvrđene značajne razlike između prosječnih vrijednosti testirane su LSD testom, na razini signifikantnosti $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

3.5. Mikroklimatski uvjeti zaštićenog prostora

Mikroklimatski uvjeti (temperature i relativna vlaga zraka) u zaštićenom prostoru utvrđivani su 4 do 5 puta tjedno očitanjem vrijednosti na termo-higrometru u najtoplijem dijelu dana (između 13 i 14 sati), u periodu od 26. veljače do 18. svibnja 2015. Istovremeno je lux-metrom TES-1332A sa rasponom mjerenja od 200 do 200000 lx (TES Electrical Electronic Corp., Taiwan) mjerena osvijetljenost u plasteniku.

Najniža temperatura i najviša relativna vlaga zraka bile su na početku uzgoja u trećoj dekadi veljače, dok je najviša temperatura bila u drugoj dekadi svibnja kao i najniža relativna vlaga zraka (tablica 2). Najveće odstupanje od srednje dekadne temperature i relativne vlage zraka zaštićenog prostora bilo je u trećoj dekadi ožujka. Najmanja odstupanja navedenih parametara od srednje dekadne vrijednosti bilo je u prvoj dekadi ožujka (temperatura), odnosno, u drugoj dekadi svibnja (vlaga).

Iz tablice 2 je vidljiv postupan porast osvijetljenosti u plasteniku, što je rezultat povećanog intenziteta solarne radijacije na otvorenom. Navedeno je uobičajeno tijekom proljeća.

Tablica 2. Vrijednosti srednje dekadne temperature i relativne vlage zraka te solarne radijacije sa standardnim devijacijama

Mjesec	Dekada	Temperatura, °C	Relativna vlaga, %	Osvijetljenost, lx
Veljača	III	$23,4 \pm 3,3$	$48,8 \pm 11,7$	49738 ± 32742
	I	$23,6 \pm 1,9$	$44,1 \pm 13,7$	94128 ± 49094
Ožujak	II	$30,7 \pm 6,2$	$34,4 \pm 12,4$	119571 ± 45954
	III	$29,7 \pm 8,5$	$39,7 \pm 25,2$	126571 ± 59699
Travanj	I	$24,0 \pm 4,5$	$36,6 \pm 15,5$	138325 ± 15149
	II	$27,8 \pm 3,7$	$39,2 \pm 8,3$	165716 ± 48807
	III	$29,1 \pm 3,6$	$35,4 \pm 16,4$	167450 ± 58297
Svibanj	I	$32,7 \pm 5,8$	$37,7 \pm 15,4$	192633 ± 50843
	II	$42,5 \pm 4,2$	$16,0 \pm 6,2$	218712 ± 36716

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Visina biljaka i broj listova

U prvom mjerenju presadnica iz prvog roka sjetve (26. veljače) uočen je najpovoljniji učinak Ekorasta na visinu stabljike presadnica paprike ($4,05 \pm 0,81$ cm), kao i na broj listova ($2,4 \pm 0,70$). Kod drugog mjerenja zapažena je najveća prosječna visina kod presadnica koje nisu tretirane biostimulatorima ($6,46 \pm 1,34$ cm), ali je najveći broj listova zapažen kod presadnica tretiranih Ekorastom ($6,0 \pm 0,67$). Nakon trećeg mjerenja zapažena je najveća visina presadnica ($10,2 \pm 0,93$ cm) i najveći broj listova ($7,5 \pm 0,85$) kod presadnica tretiranih Ekorastom (tablica 3).

Nakon prvog tretiranja presadnica iz drugog roka sjetve (9. ožujka) uočena je najviša stabljika kod presadnica tretiranih Plantellom ($3,57 \pm 1,00$ cm) kao i najveći broj listova ($2,8 \pm 0,79$) u odnosu na kontrolu i presadnice tretirane Ekorastom (tablica 4). Nakon drugog tretiranja najviša je stabljika bila kod presadnica tretiranih Plantellom ($6,68 \pm 0,98$ cm), dok je najveći broj listova zapažen kod kontrole ($5,3 \pm 0,95$). Nakon trećeg tretiranja Plantella je imala najbolji učinak na visinu stabljike kao i kod drugog tretiranja ($9,88 \pm 1,02$ cm). Broj listova je bio najveći kod netretiranih presadnica ($6,7 \pm 1,06$).

U trećem roku sjetve (19. ožujka) nakon prvog i drugog tretiranja zapažena je najveća visina stabljike kod kontrolnih, netretiranih presadnica ($3,61 \pm 1,03$ cm za prvo i $8,08 \pm 1,19$ cm za drugo tretiranje). Najveći broj listova je zapažen kod presadnica tretiranih Ekorastom. Nakon trećeg tretiranja Ekorast je imao najpovoljniji učinak i na visinu stabljike ($11,15 \pm 1,55$ cm) i na broj listova ($7,3 \pm 1,70$) u odnosu na kontrolne presadnice i one tretirane Plantellom (tablica 5).

U tablici 6 je vidljivo kako su nakon prva dva tretiranja u četvrtom roku sjetve (30. ožujka) presadnice tretirane Plantellom ($4,32 \pm 1,03$ cm i $8,69 \pm 1,07$ cm) razvile najvišu stabljiku, dok je najveći broj listova zapažen kod presadnica tretiranih Ekorastom ($3,8 \pm 0,63$ i $5,9 \pm 0,88$). Nakon trećeg tretiranja najviša je stabljika i dalje bila kod presadnica tretiranih Plantellom ($12,02 \pm 1,07$ cm), a kod kontrole je zapažen najveći broj listova ($7,0 \pm 0,81$).

Tablica 3. Visina biljaka i broj listova, sjetva 26. veljače

Tretiranje	Visina biljke, cm	Broj listova
8.4.		
Kontrola	3,80±0,85	2,3±0,48
Plantella	3,77±0,76	2,3±0,48
Ekorast	4,05±0,81	2,4±0,70
17.4.		
Kontrola	6,46±1,34	5,4±0,97
Plantella	4,72±0,92	4,4±0,84
Ekorast	6,36±0,82	6,0±0,67
23.4.		
Kontrola	9,89±1,36	6,6±1,17
Plantella	7,76±1,80	6,8±0,92
Ekorast	10,2±0,93	7,5±0,85

Tablica 4. Visina biljaka i broj listova, sjetva 9. ožujka

Tretiranje	Visina biljke, cm	Broj listova
17.4.		
Kontrola	3,51±0,80	2,8±0,63
Plantella	3,57±1,00	2,8±0,79
Ekorast	3,09±0,92	2,7±0,95
23.4.		
Kontrola	5,96±0,91	5,3±0,95
Plantella	6,68±0,98	5,0±0,82
Ekorast	5,06±1,04	4,5±0,71
30.4.		
Kontrola	9,37±0,76	6,7±1,06
Plantella	9,88±1,02	5,9±0,32
Ekorast	7,64±0,91	6,7±0,48

Tablica 5. Visina biljaka i broj listova, sjetva 19. ožujka.

Tretiranje	Visina biljke, cm	Broj listova
23.4.		
Kontrola	3,61±1,03	3,7±0,48
Plantella	3,36±0,89	3,5±0,53
Ekorast	3,45±0,57	4,0±0,47
30.4.		
Kontrola	8,08±1,19	6,3±0,48
Plantella	6,51±1,81	5,5±1,43
Ekorast	7,86±1,27	6,3±0,67
7.5.		
Kontrola	10,99±1,59	6,5±0,53
Plantella	9,08±2,50	6,9±0,57
Ekorast	11,15±1,55	7,3±1,70

Tablica 6. Visina biljaka i broj listova, sjetva 30. ožujka

Tretiranje	Visina biljke, cm	Broj listova
30.4.		
Kontrola	3,62±0,56	3,6±0,70
Plantella	4,32±1,03	3,3±0,48
Ekorast	3,69±0,93	3,8±0,63
7.5.		
Kontrola	8,25±0,92	5,5±0,85
Plantella	8,69±1,07	5,0±0,94
Ekorast	7,91±1,44	5,9±0,88
14.5.		
Kontrola	10,94±1,05	7,0±0,81
Plantella	12,02±1,07	6,3±0,67
Ekorast	9,88±1,58	6,4±0,84

Vidljivo je kako djelovanje biostimulatora rasta na visinu stabljike presadnica varira ovisno o roku sjetve. U prvom roku sjetve najviša stabljika je bila kod presadnica tretiranih Ekorastom, a u drugom roku sjetve kod presadnica tretiranih Plantellom. U trećem roku sjetve su najviše bile netretirane presadnice, a u četvrtom roku sjetve ponovno presadnice tretirane Plantellom. Na broj listova najpovoljnije i najujednačenije je djelovao Ekorast (osim u drugom roku sjetve kada je najveći broj listova bio kod netretiranih presadnica).

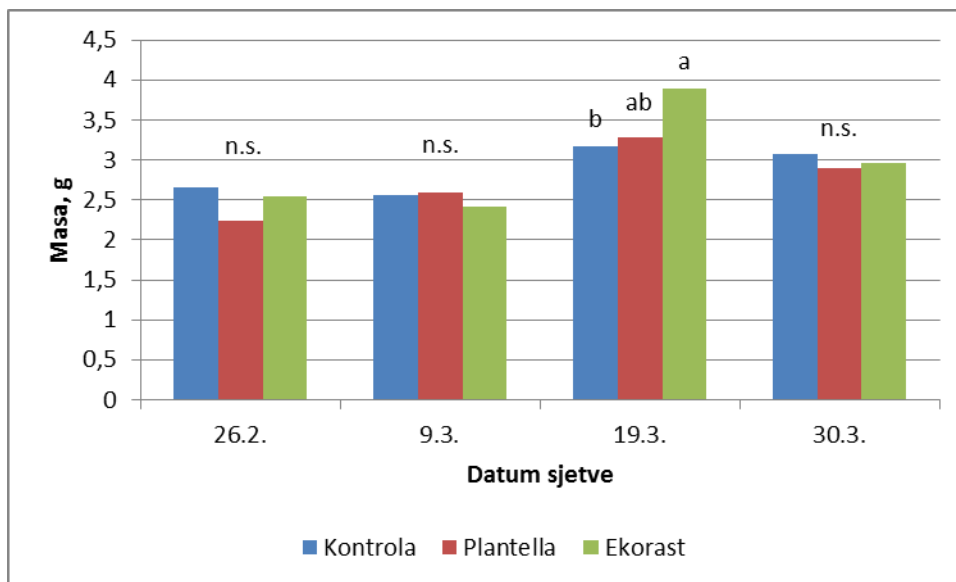
Papadopoulos i sur. (2006) su utvrdili da primjena kinetina u tri navrata tijekom proizvodnje presadnica paprike, u koncentraciji 5 i 10 mg/l znatno povećava lisnu površinu u proljetno-ljetnom roku uzgoja. Navedene koncentracije također znatno povećavaju visinu biljaka i promjer stabljike presadnica paprike u jesensko-zimskom uzgoju. Temeljem ostvarenih rezultata, autori preporučaju koncentraciju kinetina od 5 mg/l.

4.2. Masa nadzemnog dijela biljke

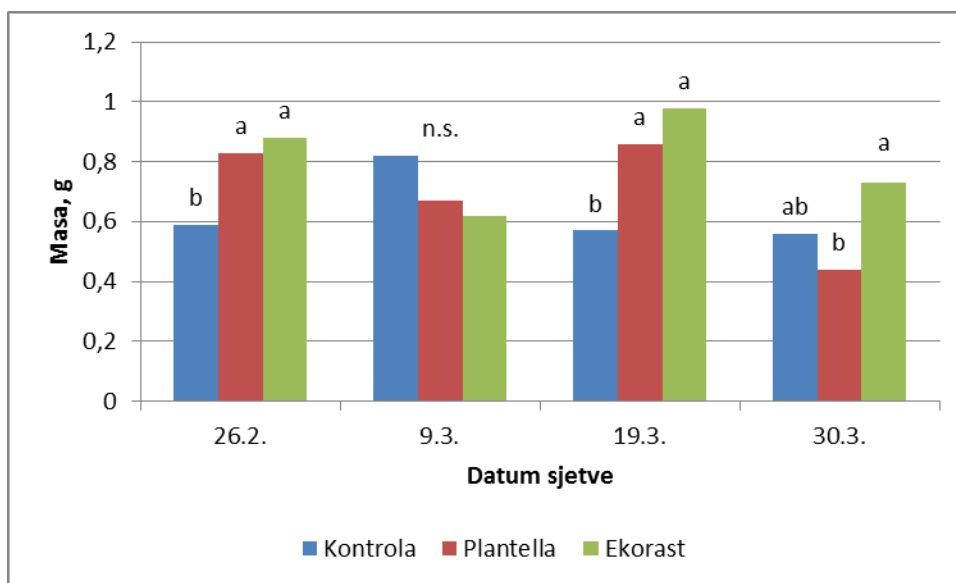
U grafikonu 1 prikazan je utjecaj biostimulatora rasta na masu nadzemnog dijela presadnica paprike u različitim rokovima sjetve. Tijekom prvog, drugog i četvrtog roka sjetve se navedeno svojstvo nije statistički značajno razlikovalo ovisno o tretmanu. Tijekom trećeg mjerenja javlja se signifikantna razlika između tretmana Ekorastom i kontrole, dok je Plantella statistički jednaka i kontroli i Ekorastu. Masa nadzemnog dijela biljke tretirane Ekorastom iznosila je 3,9 g, Plantellom 3,28 g, dok je kod kontrole iznosila 3,17 g.

4.3. Masa podzemnog dijela biljke

Kod drugog roka sjetve masa podzemnog dijela biljke se nije statistički značajno razlikovala ovisno o tretmanu. No, kod prvog i trećeg roka sjetve najmanja masa podzemnog dijela utvrđena je kod kontrole, dok se mase kod tretiranja Plantelloma i Ekorastom nisu značajno razlikovale. Kod četvrtog roka sjetve dolazi do smanjenja mase korijena presadnica kod svih tretmana u odnosu na prethodno mjerenje. Također, javlja se signifikantna razlika između Plantelle i Ekorasta, dok je kontrola statistički jednaka Plantelli i Ekorastu. Masa podzemnog dijela biljke tretirane Plantellom iznosi 0,44 g, Ekorastom 0,73 g, a kod kontrole je 0,56 g (grafikon 2).



Grafikon 1. Masa nadzemnog dijela biljke



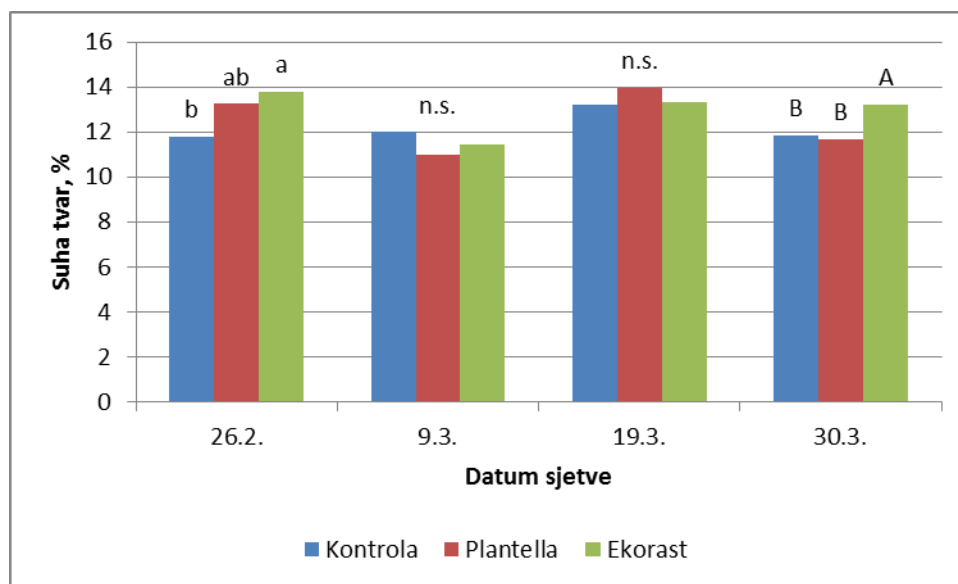
Grafikon 2. Masa podzemnog dijela biljke

U svom istraživanju Papadopoulos i sur. (2006) su utvrdili znatno veću masu biljaka u odnosu na rezultate ostvarene ovim istraživanjem. Spomenuti autori navode da je u proljetno-ljetnom roku uzgoja masa listova bila u rasponu od 24,1 g kod kontrole do 32,4 g kod biljaka tretiranih sa 5

mg/l kinetina. Masa stabljike je varirala od 16,6 do 21 g. Uzgoj presadnica je trajao 65 dana, što je više nego u našem istraživanju.

4.4. Udio suhe tvari u stabljici

Udio suhe tvari u stabljici kod drugog i trećeg roka sjetve se ne razlikuje statistički značajno ovisno o tretmanu (grafikon 3). Kod prvog roka sjetve se javlja signifikantna razlika između kontrole i Ekorasta, dok je Plantella statistički jednaka kontroli i Ekorastu. Najveći udio suhe tvari u stabljici u ovom je roku bio kod presadnica tretiranih Ekorastom (13,78 %), potom kod tretiranja Plantellom (13,24 %), a relativno najmanji kod kontrole (11,78 %). Kod četvrtog roka sjetve najveći udio suhe tvari zamijećen je kod tretiranja Ekorastom (13,23 %), dok se kontrola (11,84 %) i Plantella (11,67 %) nisu značajno razlikovale.

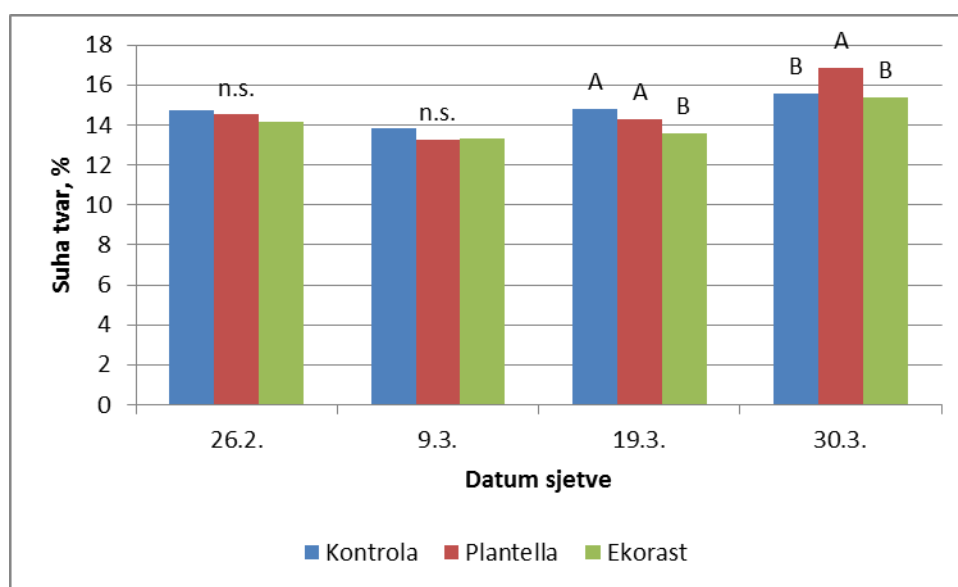


Grafikon 3. Udio suhe tvari u stabljici

4.5. Udio suhe tvari u listu

Udio suhe tvari u listu kod prvog i drugog roka sjetve se ne razlikuje statistički značajno ovisno o tretmanu (grafikon 4). Kod trećeg roka sjetve zamijećen je najslabiji učinak na udio suhe tvari u

listu kod tretmana Ekorastom (13,59 %) dok između kontrole i tretmana Plantellom nema statistički značajne razlike (14,81 % i 14,29 %). Kod četvrtog roka sjetve je zamijećen najviši udio suhe tvari u listu kod tretiranja Plantellom (16,85%), a između kontrole (15,57 %) i tretiranja Ekorastom (15,39 %) nema statistički značajne razlike.



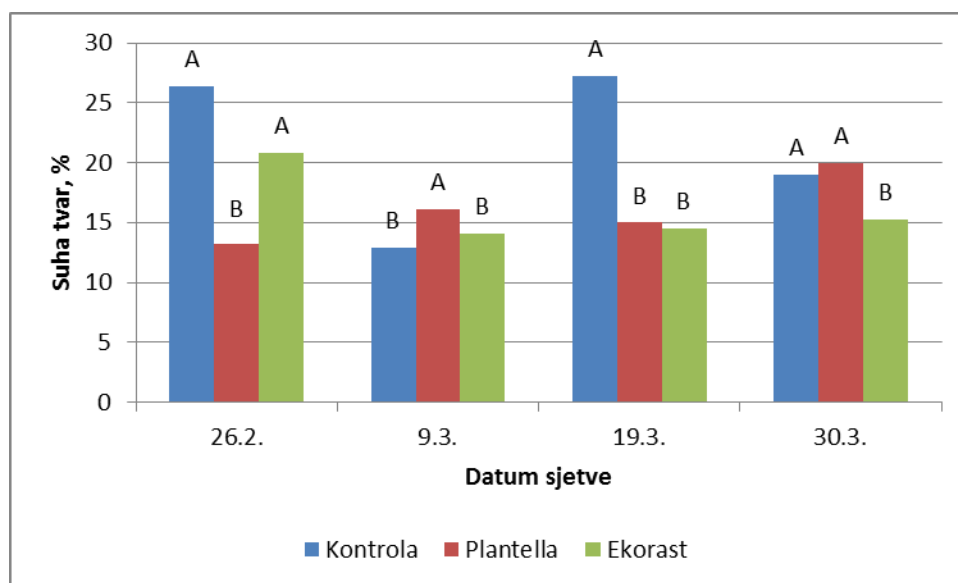
Grafikon 4. Udio suhe tvari u listu

Udio suhe tvari u stabljici bio je u skladu s istraživanjima Papadopoulos i sur. (2006), koji su u stabljici utvrdili udio suhe tvari u rasponu od 11,11 % kod primjene kinetina u koncentraciji 10 mg/l do 13,37 % kod primjene kinetina u koncentraciji 2,5 mg/l. Udio suhe tvari u kontrolnoj varijanti je iznosio 12,05 %. Istovremeno, udio suhe tvari u listu bio je nešto veći u odnosu na istraživanje Papadopoulos i sur. (2006), koji su u listu utvrdili vrijednosti od 12,19 % pri 10 mg/l do 14,04 % pri 2,5 mg/l. Netretirane biljke su u listu imale 12,86 % suhe tvari.

4.6. Udio suhe tvari u korijenu

Kod prvog roka sjetve najmanji udio suhe tvari u korijenu su imale presadnice tretirane Plantellom (13,24 %), dok između kontrole (26,35 %) i tretiranja Ekorastom (20,82 %) nema značajne statističke razlike. U drugom roku sjetve najveći udio suhe tvari u korijenu je bio kod

tretiranja Plantellom (16,14 %), a između kontrole (12,87 %) i Ekorasta (14,08 %) nema statistički značajne razlike kao ni u prvom roku sjetve. Kod trećeg roka sjetve je najviši udio suhe tvari bio u korijenu netretiranih presadnica i iznosio je 27,21 %, dok se tretmani Plantella i Ekorast nisu značajno statistički razlikovali. Kod zadnjeg roka sjetve najmanje suhe tvari u korijenu su imale presadnice tretirane Ekorastom (15,28 %), dok između kontrole (19,04 %) i tretiranja Plantellom (19,93 %) nema statistički značajne razlike.



Grafikon 5. Udio suhe tvari u korijenu

5. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata ostvarenih u istraživanju utjecaja biostimulatora rasta na rast presadnica paprike tijekom četiri roka uzgoja mogu su donijeti sljedeći zaključci:

1. Učinak primijenjenih biostimulatora varira ovisno o roku sjetve i promatranom svojstvu. U pojedinim slučajevima je pozitivan učinak izostao tako da su najveće vrijednosti utvrđene kod netretiranih presadnica, ili nisu utvrđene značajne razlike između tretmana i kontrole.
2. Osim biostimulatora, na rast i razvoj presadnica utječu i mikroklimatski uvjeti zaštićenog prostora, što se očituje u trajanju proizvodnog ciklusa. Uzgoj presadnica je trajao od 49 dana za rok sjetve 30. ožujka do 61 dan za rok sjetve 26. veljače.
3. Biostimulator Ekorast je u najvećem broju slučajeva djelovao pozitivno na morfološka svojstva presadnica paprike (broj listova i masa podzemnog dijela) te na udio suhe tvari u stabljici.
4. Biostimulator Plantella je u pojedinim rokovima sjetve pozitivno djelovao na visinu presadnica te na udio suhe tvari u korijenu i listu.
5. Primijenjeni biostimulatori nisu značajno utjecali na masu nadzemnog dijela presadnice, osim u roku sjetve 19. ožujka, kada su presadnice tretirane Ekorastom imale značajno veću masu u odnosu na kontrolu.
6. Obzirom na trajanje uzgoja presadnica i pozitivno djelovanje biostimulatora, može se preporučiti rok sjetve 26. veljače, uz 3 tretiranja presadnica biostimulatorom Ekorast tijekom perioda od pikiranja do sadnje, u koncentraciji 0,15 %.

6. LITERATURA

1. Aldworth SJ, van Staden J. 1987. The effect of seaweed concentrate on seedling transplants. S Afr J Bot. 53:187–189.
2. Anjum S.A., Wang L., Farooq M., Xue L., Ali S. (2011). Fulvic acid application improves the maize performance under well-watered and drought conditions. J Agron Crop Sci 197(6):409-417.
3. Befrozfar M.R., Habibi D., Asgharzadeh A., Sadeghi-Shoae M., Tookallo M.R. (2013). Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of basil (*Ocimum basilicum* L.). Ann Biol Res 4(2):8-12.
4. Berg G. (2009). Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. Appl Microbiol Biotechnol 84:11-18.
5. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil 383(1-2):3-41.
6. Crouch I.J., Beckett R.P., van Staden J. (1990). Effect of seaweed concentrate on the growth and mineral nutrition of nutrient-stressed lettuce. J Appl Phycol 2(3):269-272.
7. Crouch I.J., van Staden J. (1992). Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. J Appl Phycol 4(4):291-296.
8. Dolinar K. (2008). Analiza rasti, razvoja ter pridelka paprike (*Capsicum annum* L.) glede na vzgojno obliko. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
9. Ertani A., Schiavon M., Muscolo A., Nardi S. (2013). Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. Plant Soil 364(1):145-158.
10. Gajc-Wolska J., Kowalczyk K., Nowecka M., Mazur K., Metera A. (2012). Effect of organic-mineral fertilizers on the yield and quality of endive (*Cichorium endivia* L.). Acta Sci Pol 11:189-200
11. Grabowska A., Kunicki E., Sekara A., Kalisz A., Wojciechowska R. (2012). The effect of cultivar and biostimulant treatment on the carrot yield and its quality. Veg Crops Res Bull 77:37-48.

12. Gyaneshwar P., Naresh Kumar G., Parekh L.J., Poole P.S. (2002). Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant Soil* 245(1):83-93.
13. Jeglič K. (2010). Gojenje cepljenih paprik (*Capsicum annum* L.) v rastlinjaku. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
14. Karakurt Y., Unlu H., Unlu H., Padem H. (2009). The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agric Scand Sect B* 59(3):233-237.
15. Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M., Critchley A.T., Craigie J.S., Norrie J., Prithiviraj B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation* 28(4):386-399.
16. Kočevár T. (2008). Rast, razvoj in pridelek paprike (*Capsicum annum* L.) gojene na kamelni voni, glede na gojitveno obliko. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
17. Kunicki E., Grabowska A., Sękara A., Wojciechowska R. (2010). The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L). *Folia Horti* 22(2):9-13.
18. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. (2004). Povrčarstvo. Zrinski, Čakovec.
19. Maini P. (2006) The experience of the first biostimulant, based on amino acids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. *Fertilitas Agrorum* 1(1):29-43.
20. Matotan Z. (2004). Suvremena proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
21. Milton R.F. (1952). Improvements in or relating to horticultural and agricultural fertilizers. The Patent Office London. 663, 989. 2 pp.
22. Milton R.F. (1964). Liquid seaweed as a fertilizer. *Proc Int Seaweed Symp* 4:428-431.
23. Osvald J., Kogoj-Osvald M. (1999). Gojenje paprike. Šempeter pri Gorici, Oswald d.o.o.: 36.
24. Papadopoulos, A.P., Saha, U., Hao, X., Khosla, S. (2006). Response of rockwool-grown greenhouse cucumber, tomato and pepper to kinetin foliar sprays. *HortTechnology* 16(3):493-501.

25. Parrado J., Bautista J., Romero E.F. (2008). Production of a carob enzymatic extract: Potential use as a biofertilizer. *Bioresour Technol* 99(7):2312-2318.
26. Peña-Méndez, E. M., Havel J., Patočka J. (2005). Humic substances—compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment, and biomedicine. *J. Appl. Biomed.* 3(1):13-24.
27. Petelinc B. (2006). Vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike (*Capsicum annum* L.) gojene na hidroponski način s kontroliranim dodajanjem hranil. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
28. Piccolo A., Spiteller M. (2003). Electrospray ionization mass spectrometry of terrestrial humic substances and their size fractions. *Anal Bioanal Chem* 377(6):1047-1059.
29. Rauthan B.S., Schnitzer M. (1981). Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil* 63(3):491-495.
30. Schiavon M., Ertani A., Nardi S. (2008). Effects of an alfalfa protein hydrolysate on the gene expression and activity of enzymes of the tricarboxylic acid (TCA) cycle and nitrogen metabolism in *Zea mays* L. *J Agric Food Chem* 56(24):11800-11808.
31. Stiegler J.C., Richardson M.D., Karcher D.E., Roberts T.L., Norman R.J. (2013). Foliar absorption of various inorganic and organic nitrogen sources by creeping bentgrass. *Crop Sci* 53(3):1148-1152.
32. Van Staden, J., Upfold, S.J., Drewes, F.E. (1994). Effect of seaweed concentrate on growth and development of the marigold *Tagetes patula*. *Journal of Applied Phycology* 6(4):427-428.
33. Vessey J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255(2):571-586.
34. Vidic I. (1999). Pridelovanje paprike. *Sodobno kmetijstvo* 32(5):232-234.
35. Vranova V., Rejsek K., Skene KR., Formanck P. (2011). Non-protein amino acids: plant, soil and ecosystem interactions. *Plant Soil* 342(1-2):31-48.
36. Watson R., Fowden L. (1975). The uptake of phenylalanine and tyrosine by seedling root tips. *Phytochemistry* 14(5-6):1181-1186.

37. Zodape S.T., Gupta A., Bhandari S.C. (2011). Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J Sci Ind Res 70:215-219.

Internetski izvori:

Multinatura: <<http://www.gbccroatia.org/upload/clanci/2015/04/2015-04-24/71/ekorastgnojidba.pdf>>. Pristupljeno 15. ožujka 2016.

Unichem: <http://hr.unichem.si/bio_vrt/bio_suzbijanje_uzrocnika_bolesti/proizvod?prid=55>. Pristupljeno 15. ožujka 2016.

Izvori slika:

Slika 1.: <http://www.gnojidba.info/gnojidba-povrca/gnojidba-plodovitog-povrca-paprika-iii-dio/>

Slika 2.:

http://pinova.hr/hr_HR/galerija/908/5/72/Razli%C4%8Ditost+plodova+paprike#galleryWrapper

Slika 3.: <http://www.agroklub.com/povrcarstvo/sjeme-paprike-iz-vlastita-vrta/3429/>

ŽIVOTOPIS

Dorotea Sabljak Štibohar rođena je 21.9.1989. godine u Zagrebu gdje je završila osnovnu (OŠ Stenjevec) i srednju školu (Gimnazija Lucijana Vranjanina, opći smjer).

Akadske godine 2010./2011. upisuje preddiplomski studij Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu u Zagrebu.

U rujnu 2013. godine završava preddiplomski sveučilišni studij obranom završnog rada pod naslovom „Uzgoj i upotreba metvice (*Mentha x piperita*)“ i stiče akademski naziv sveučilišne prvostupnice inženjerke biljnih znanosti. Iste godine upisuje diplomski studij Hortikultura, usmjerenje Povrćarstvo.

Tijekom ljeta 2015. godine odrađuje stručnu praksu na „Warsaw University of Life Sciences“ u Poljskoj, na njihovom Zavodu za povrćarstvo i ljekovito bilje.

Agronomski fakultet završava 2016. godine.